

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт _____ ИФВТ

Направление подготовки _Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Кафедра _____ ОХХТ

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование участка классификации золотшляковых материалов с разработкой основного оборудования

УДК 621.928.028.3-045.79:66.02:662.613

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2К22	Натаров Николай Владимирович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
к.т.н., доцент	Тихонов В.В.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»				
Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. Менеджмента	Сечина А.А.	к.х.н.		

По разделу «Социальная ответственность»				
Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор каф. ЭБЖ	Ахмеджанов Р.Р.	д.б.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ				
Зав.кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОХХТ	Тихонов В.В.	к.т.н., доцент		

Томск – 2016 г

Перечень результатов обучения (профессиональных и универсальных компетенций), запланированных к достижению выпускниками данной образовательной программы

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС ВПО, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Профессиональные компетенции</i>		
P1	Применять базовые математические, естественнонаучные, социально-экономические и специальные знания в профессиональной деятельности	Требования ФГОС (ПК-1,2,3,19,20), Критерий 5 АИОР (п.1.1)
P2	Применять знания в области энерго-и ресурсосберегающих процессов и оборудования химической технологии, нефтехимии и биотехнологии для решения производственных задач	Требования ФГОС (ПК-4,5,9,15 ОК-7), Критерий 5 АИОР (пп.1.1,1.2)
P3	Ставить и решать задачи производственного анализа, связанные с созданием и переработкой материалов с использованием моделирования объектов и процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.	Требования ФГОС (ПК-4,5,8,11, ОК-2,4), Критерий 5 АИОР (пп.1.2)
P4	Проектировать и использовать новое энерго-и ресурсосберегающее оборудование химической технологии, нефтехимии и биотехнологии	Требования ФГОС (ПК-8,11,23,24), Критерий 5 АИОР (п.1.3)
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области энерго-и ресурсосберегающих процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии	Требования ФГОС (ПК-1,4,5,19-22, ОК-7,10), Критерий 5 АИОР (п.1.4)
P6	Осваивать и эксплуатировать современное высокотехнологичное оборудование, обеспечивать его высокую эффективность и надежность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на производстве, выполнять требования по защите окружающей среды.	Требования ФГОС (ПК-6,12,13,14,17, ОК-3,4,8), Критерий 5 АИОР (п.1.5)
P7	Применять знания по проектному менеджменту для ведения инновационной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности	Требования ФГОС (ПК-3, 8, 9, 10, 11, 12, 13), Критерий 5 АИОР (п. 2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i>

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС ВПО, критериев и/или заинтересованных сторон
		и <i>FEANI</i>
P8	Использовать современные компьютерные методы вычисления, основанные на применении современных эффективных программных продуктов при расчете свойств материалов, процессов, аппаратов и систем, характерных для профессиональной области деятельности; находить необходимую литературу, использовать компьютерные базы данных и другие источники информации	Требования ФГОС (ПК-4, 5, 9, 10, 11, 14)
<i>Общекультурные компетенции</i>		
P9	Демонстрировать знания социальных, этических и культурных аспектов профессиональной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-1,2,6-10), Критерий 5 АИОР (пп.2.4,2.5)
P10	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-6,7,8), Критерий 5 АИОР (2.6)
P11	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем разрабатывать документацию, презентовать результаты профессиональной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-11) , Критерий 5 АИОР (п.2.2)
P12	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.	Требования ФГОС (ОК-3,4,5,12) , Критерий 5 АИОР (пп.1.6, 2.3)

Цели образовательной программы

Код цели	Формулировка цели	Требования ФГОС ВПО и (или) заинтересованных работодателей
Ц1	Подготовка выпускников к производственно-технологической деятельности в области энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, конкурентоспособных на мировом рынке.	Требования ФГОС ВПО, критерии АИОР, соответствующие международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Требования к выпускникам предприятий химического комплекса России (ООО СИБУР «Томскнефтехим», ОАО «Тоскгазпром», ОАО «КИНЕФ», г. Кириши, Ангарский нефтеперерабатывающий комбинат, ПО «Азот», г. Кемерово,

Код цели	Формулировка цели	Требования ФГОС ВПО и (или) заинтересованных работодателей
		ООО «ЭльПласт», ООО «Сибметахим, ОАО «Фармстандарт–Томскхимфарм», и др.).
Ц2	Подготовка выпускников к проектной деятельности в области энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.	Требования ФГОС ВПО, критерии АИОР, соответствующие международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Требования к выпускникам предприятий химического комплекса России (ОАО «ТомскНИПИнефть, ОАО НК «РОСНефть», г. Краснодар, ОАО «Самаранефтехимпроект, ЭЛЕСИ и др.).
Ц3	Подготовка выпускников к научным исследованиям для решения задач, связанных с разработкой новых методов создания процессов, материалов и оборудования, обеспечивающих энерго-ресурсосбережение, экологическую безопасность технологии.	Требования ФГОС ВПО, критерии АИОР, соответствующие международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Потребности научно-исследовательских центров РАН, СО РАН (ТПУ, ТГУ, Институт химии нефти СО РАН, Институт катализа СО РАН, г. Новосибирск, НИОСТ, ООО НПЦ «НООСФЕРА», г. Надым и др.).
Ц4	Подготовка выпускников к организационно-управленческой деятельности.	Требования ФГОС ВПО, критерии АИОР, соответствующие международным стандартам EUR-ACE и FEANI, запросы отечественных предприятий и НИИ.
Ц5	Подготовка выпускников к самообучению и непрерывному профессиональному самосовершенствованию.	Требования ФГОС ВПО, критерии АИОР, соответствующие международным стандартам EUR-ACE и FEANI , запросы отечественных предприятий и НИИ..

Министерство образования и науки Российской Федерации
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт _____ ИФВТ

Направление подготовки (специальность) _Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Кафедра _____ ОХХТ _____

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой ОХХТ

_____ Тихонов В.В.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
2К22	Натаров Николай Владимирович

Тема работы:

Проектирование участка классификации золошлаковых материалов с разработкой основного оборудования	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Определение параметров грохота 2. Определение конструкционных параметров грохота 3. Механический расчет деталей грохота 4. Расчет экономической эффективности модернизации инерционного грохота 5. Социальная ответственность
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Технологический расчет 2. Механический расчет 3. Экономический расчет <p>Социальная ответственность</p>
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Обзор литературы, аналитическая часть, результаты проведенного исследования, заключение	доцент каф. ОХХТ, к.т.н. Тихонов В.В.

Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	доцент каф. Менеджмента, к.х.н. Сечина А.А.
Социальная ответственность	доцент каф. ЭБЖ ИНК, д.б.н., Ахмеджанов Р.Р.
Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ОХХТ	Тихонов В.В.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2К22	Натаров Н.В.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2К22	Натаров Николай Владимирович

Институт	ИФВТ	Кафедра	ОХХТ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	МАХП

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта
2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение заинтересованных сторон и их ожиданий.
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Составление календарного плана проекта. Определение бюджета НТИ
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Проведение сравнительной эффективности вариантов проектирования инерционного грохота.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Оценка конкурентоспособности технических решений	
2. Матрица SWOT	
3. График проведения и бюджет НТИ	
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ	
5. Сравнительная эффективность разработки	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечина Ася Александровна	Кандидат химических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2К22	Натаров Николай Владимирович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2К22	Натаров Николай Владимирович

Институт	ИФВТ	Кафедра	ОХХТ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	МАХП

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<p>Объект исследования – лабораторный инерционный грохот</p> <p>Рабочая зона – научно-исследовательская лаборатория ООО «ОИК» г. Москва</p> <p>Область применения - химическая промышленность.</p>
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты; – (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные 	<p>1.1. Выявление вредных факторов в научно-исследовательской лаборатории при разработке и эксплуатации научного исследования:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вибрация (создаваемая электродвигателем грохота); - вредные вещества, освещение, производственный шум; - физико-химическая природа вредности веществ и их связь с разрабатываемой темой; - действие вредных веществ на организм (золошлаковая пыль); - микроклиматические условия ; - вентиляция (способы вентиляции в научно-исследовательской лаборатории); - предлагаемые средства защиты для работы в лаборатории: <p>1. индивидуальные средства защиты – респиратор, очки, халат, перчатки;</p> <p>1.2. Выявление опасных факторов при разработке и эксплуатации научного исследования:</p> <ul style="list-style-type: none"> - электробезопасность (токоведущие части электрооборудования) СанПиН 2971-84;
--	---

средства пожаротушения).	<p>- молниезащита производственных зданий и сооружений (при работе с электрооборудованием необходимо заземление СанПиН 2.1.7.2790-10;</p> <p>- пожаровзрывоопасность (оборудования, работающие под давлением и наличие легковоспламеняющих жидкостей) СанПиН 2.6.1.1192-03 ;</p>
2. Экологическая безопасность: <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>- вредные вещества, которые выделяются или используются во время эксперимента через вентиляционную систему</p> <p>- разработаны решения по обеспечению экологической безопасности</p>
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	<p>- перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения-пожар, взрыв, разрушения зданий в результате разрядов атмосферного электричества, ураган, землетрясения;</p> <p>- разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. использование огнетушителя, песка, асбестового одеяла 2. в случае стихийных бедствий отключение воды и электричества 3. организационная эвакуация работающих;
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>- "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 31.12.2014)</p> <p>- организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны: технический перерыв, проветривание, полная изоляция от производственных источников шума и вибрации.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор кафедры ЭБЖ ИНК	Ахмеджанов Р.Р.	д.б.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2К22	Натаров Николай Владимирович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 65 с., 6 рис., 4 табл., 15 источников

Ключевые слова: сито, вибрация, проект, зола, шлаки.

Объектом исследования являются золошлаковые материалы ТЭЦ ЗАТО г. Северск, Томская обл.

Цель работы – проектирование вибросита для разделения золошлаковых материалов на фракции

В процессе исследования проводились технологический расчет, конструктивный расчет, расчет деталей грохота

В результате был спроектирован виброгрохот для разделения на две фракции золошлаковых материалов

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: Производительность - 100 т/ч, размеры просеивающей поверхности, м (ширина – 1,2; длина 2.5), 1 ярус, угол наклона – до 22, число оборотов вала вибратора - 1824

Область применения: установки нашли применение в энергетической, металлургической, химической, горнодобывающей отраслях, используются при производстве цемента, а также на предприятиях, занимающихся переработкой отходов

Экономическая эффективность/значимость работы по произведенным расчетам, при модернизации виброгрохота можно сэкономить средства больше, чем в 3-х кратном размере

В будущем планируется изготовить сито и провести его испытания

Оглавление

Введение.....	4
1. Определение параметров грохота.....	Ошибка! Закладка не определена.
1.1 Исходные данные	Ошибка! Закладка не определена.
1.2 Определение технических характеристик вибрационного инерционного грохота.....	Ошибка! Закладка не определена.
1.3 Эффективность грохочения.....	Ошибка! Закладка не определена.
1.4 Значение амплитуды колебаний короба	Ошибка! Закладка не определена.
1.5 Скорость отрыва зерен материала от сита	Ошибка! Закладка не определена.
1.6 Частота колебаний короба с ситом.....	Ошибка! Закладка не определена.
1.7 Ускорение короба грохота.....	Ошибка! Закладка не определена.
1.8 Динамический коэффициент.....	Ошибка! Закладка не определена.
2. Определение конструктивных параметров грохота	Ошибка! Закладка не определена.
2.1 Частота вращения вала	Ошибка! Закладка не определена.
2.2 Скорость движения материала по ситу	Ошибка! Закладка не определена.
2.3 Масса материал	Ошибка! Закладка не определена.
2.4 Статический момент дебалансов	Ошибка! Закладка не определена.
2.5 Сила инерции.....	Ошибка! Закладка не определена.
2.6 Мощность на преодоление сил трения в подшипниках	Ошибка! Закладка не определена.
2.7 Мощность на преодоление сопротивления вращению вала дебалансов.....	Ошибка! Закладка не определена.
2.8 Потребная мощность двигателя.....	Ошибка! Закладка не определена.
2.9 Характеристики выбранного электродвигателя.....	Ошибка! Закладка не определена.
3. Расчет деталей грохота	Ошибка! Закладка не определена.
3.1 Расчет пружинных амортизаторов	Ошибка! Закладка не определена.
3.2 Расчет клиноременной передачи	Ошибка! Закладка не определена.
3.3 Расчет ведомого вала	Ошибка! Закладка не определена.
3.4 Выбор подшипников.....	Ошибка! Закладка не определена.
3.4.1 Подшипники вала с дебалансами	Ошибка! Закладка не определена.
3.4.2 Подшипники опор короба	Ошибка! Закладка не определена.
3.4.3 Подшипники натяжного ролика	Ошибка! Закладка не определена.
3.5 Расчет шпоночных соединений	Ошибка! Закладка не определена.
3.5.1 Расчет шпонок на смятие.....	Ошибка! Закладка не определена.
3.5.2 Расчет шпонок на срез	Ошибка! Закладка не определена.
4. Расчет экономической эффективности модернизации инерционного грохота.....	Ошибка! Закладка не определена.
4.1 Расчет экономической эффективности	Ошибка! Закладка не определена.
5. Социальная ответственность.....	Ошибка! Закладка не определена.
5.1Выявление вредных факторов в научно-исследовательской лаборатории при разработке и эксплуатации научного исследования.....	Ошибка! Закладка не определена.
5.2. Выявление опасных факторов при разработке и эксплуатации научного исследования.....	Ошибка! Закладка не определена.

5.4 Безопасность при чрезвычайных ситуациях.....	Ошибка! Закладка не определена.
5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	Ошибка! Закладка не определена.
Заключение	Ошибка! Закладка не определена.
Список используемой литературы	Ошибка! Закладка не определена.
14. Федеральный закон от 21.12.1994 N 69-ФЗ (ред. от 23.05.2016) "О пожарной безопасности".....	Ошибка! Закладка не определена.

Введение

Процессы сортирования и обогащения широко востребованы в индустрии строительных материалов, потому что исходное сырье в большинстве случаев – это неоднородная по крупности смесь, которая содержит различные включения и примеси.

В процессе переработки сырья материал нужно разделять на сорта по крупности, удалять из материала включения и примеси, снижающие качество материала. Основное оборудование для этих процессов основывается на , гидравлическом, механическом и воздушном принципах действия.

Самый востребованный способ сортирования материалов - механический. Механическое сортирование, производимое на криволинейных или плоских поверхностях с отверстиями заданного размера, называется грохочением, а машины и устройства, служащие для этой цели - грохотами.

Смесь сыпучая, которая поступает на грохочение, называется исходным материалом. Куски материала, размер у которых превышает размер отверстий на поверхности грохочения, они остаются на этой поверхности и называются надрешетным (верхним) классом, зерна материала, прошедшие через отверстия, представляют собой подрешетный (нижний) класс.

Просеивающей поверхностью вибрационных грохотов является сито или колосниковая решетка, которые располагаются в горизонтальной или наклонной плоскости и приводятся в колебательное состояние. За счет колебательных движений просеивающей поверхности, материал, поступающий на нее, движется к разгрузочному концу грохота. Во время движения по просеивающей поверхности материал разделяется на подрешетный и надрешетный классы.

Просеивающие поверхности могут иметь круговой, эллиптический или прямолинейный характер движения. Обычно в наклонных грохотах используют все три вида движения, а в горизонтальных - прямолинейные, направленные под углом 25-45° к просеивающей поверхности.

Скорость колебательного движения просеивающей поверхности выбирают такой, чтобы она обеспечивала периодический отрыв материала от просеивающей поверхности при его движении к разгрузочному концу.

В процессе переработки строительных материалов, например нерудных, применяют следующие виды грохочения:

1. предварительное грохочение используется для выделения из исходной горной массы негабарита или материала, не требующего дробления в машинах первой стадии дробления;

2. промежуточное грохочение предназначено для выделения продукта, не требующего дробления в последующей стадии;

3. контрольное грохочение применяют вслед за последней стадией дробления для контроля крупности готового продукта и выделения отходов, частицы крупнее заданного размера возвращаются на додрабливание (замкнутый цикл).

4. окончательное грохочение или товарное, используют для разделения готового продукта на товарные фракции.

Различают сухой и мокрый способы грохочения. При мокром способе исходный материал поступает на грохот в виде пульпы или в сухом виде и на грохоте орошается водой из специальных брызгал. Мокрый способ применяют обычно для сортирования материалов повышенной влажности и загрязненных глиной, илом и другими примесями. В этих случаях при грохочении материал не только разделяется по крупности, но и промывается.

Процесс грохочения принято оценивать двумя показателями: производительностью, то есть количеством поступающего на грохот исходного материала в единицу времени, и эффективностью грохочения - отношением массы материала, прошедшей сквозь отверстия сита, к массе материала данной крупности, содержащейся в исходном продукте.

Эффективность грохочения отражает качественную сторону процесса грохочения. Качество, получаемого продукта оценивается засоренностью (замельчением или закрупнением), которая равна процентному содержанию зерен посторонних фракций в данной фракции продукта.

Понятие "фракция" отличается от понятия "класс" тем, что пределы фракции определяются теми предельными размерами граничных зерен, которые требуется получить, а пределы класса определяются размерами отверстий сит, на которых происходит грохочение.

По способу установки грохоты могут быть либо закрепленными на фундаменте, либо подвешиваемые к перекрытию. Изготавливаются и универсальные грохоты, пригодные для любой установки

Излагая новые достижения в области практики и теории грохочения, работа будет способствовать успешному внедрению виброгрохотов в промышленность.

Назначение, краткое описание устройства и работы грохота

Грохоты предназначены для разделения материалов по крупности кусков или частиц. Принцип работы грохотов заключается в пропускании материала через разделительную перегородку с определенным размером отверстия. Частицы, размером которых меньше размера отверстия в сите, проходят сквозь него, а более крупные задерживаются. Применяя перегородки с разными отверстиями, можно разделять зернистый материал на фракции.

В качестве разделительных перегородок обычно применяются сита или колосники. Наибольшее распространение получила стальная сетка (ГОСТ 3306-70). Для классификации тонко измельченных материалов применяется также сетка из цветных металлов, щёлка и капрона. Весьма перспективно применение резиновой сетки, долговечность которой, по данным промышленности, существенно выше стальной. Колосники обычно применяются для классификации материала, содержащие крупные куски.

По принципу действия, виду и типу грохоты делятся на: ситовые грохоты; валковые грохоты; гириационные грохоты; вибрационные грохоты; барабанные грохоты; грохоты самобалансные. [1]

Наклонные грохоты с круговым движением короба стандартизованы – ГОСТ 10745-69 «Грохоты инерционные наклонные»

Грохоты с двухвальным вибратором стандартизованы – ГОСТ 15103-69 «Грохоты самобалансные».

Вибрационный грохот - Дробильное оборудование, используемое для сортировки загруженного материала. Критериями просеивания является крупность материала и его частиц. Вибрационный грохот успешно применяется при производстве строительных материалов, работе на рудных месторождениях либо в промышленности, к примеру в химической либо энергетической.

Устройство вибрационного грохота довольно простое, его конструкция состоит из сита, рамы и приводящего в действие этот просеивающий механизм электромотора. При грохочении частицы, двигаясь по ситы с предустановленной скоростью, разделяются. Разделение происходит по принципу - чем более крупная частица, тем выше слой просеиваемого материала, в котором она находится. [11]

Принцип работы

При грохочении материал, двигаясь по ситам грохота, расслаивается: чем крупнее частицы, тем выше слой, в котором они движутся. Частицы, размер которых в поперечнике меньше размера отверстия сита (т. н. нижний класс), достигнув его поверхности, проваливаются через отверстие, т. е. просеиваются (в нижний, подрешётный, продукт), более крупные частицы (т. н. верхний класс) скатываются по ситам и образуют верхний, надрешётный, продукт. Ввиду ограниченности длины грохота не все частицы с размерами меньше размера отверстия сита успевают просеяться, часть из них остаётся в надрешётном продукте, засоряя его и уменьшая массу подрешётного. [3]

1. Определение параметров грохота

1.1 Исходные данные

Производительность - 100 т/ч.

Материал – дроблёный щебень.

Начальная крупность - 3 мм.

Крупность готового продукта — менее 0,5 мм.

1.2 Определение технических характеристик вибрационного инерционного грохота.

При делении исходного материала на две фракции, при одном сите, площадь которого определяется из формулы

$$Q = q \cdot A \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot m; \quad (1)$$

где: Q – производительность грохота, м³/ч;

q – удельная производительность грохота, м³/(м²·ч);

A – площадь грохочения, м²;

K_1 – коэффициент, учитывающий угол наклона конвейера;

K_2 – коэффициент, учитывающий процентное содержание зерен нижнего класса в исходном материале;

K_3 – коэффициент, учитывающий содержание в нижнем классе зерен размером менее половины отверстий сита;

m – коэффициент, учитывающий неравномерность питания зернового состава материала, форму зерна и тип грохота.

Угол наклона короба:

$$\alpha = \sqrt{(80,3 + 0,287 \cdot C - E) \cdot 28,4} \quad (2)$$

где E – эффективность грохочения, принимается 82% при условии обеспечения 5% взаимной засоренности фракций [1, стр. 74]; C – содержание зерен нижнего класса в исходном материале.

$$\alpha = \sqrt{(80,3 + 0,287 \cdot 60 - 82) \cdot 28,4} = 22^\circ$$

$q = 43 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$; $K_1=1,37$; $K_2=1$; $K_3=1$; $m=0.6$ (для стандартного состава исходного материала [1, стр. 70]).

$$A = \frac{Q}{q \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot m} = \frac{100}{43 \cdot 1,37 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,6} = 2.829 \text{ м}^3 \quad (3)$$

Учитывая рекомендуемые соотношения размеров сита 1:2,5, примем ширина сита $B=1,2$ м, длина сита $L=2,5$ м.

Площадь сита с учетом рекомендаций соотношения: $B \cdot L=3 \text{ м}^2$

Таблица 1 – Техническая характеристика вибрационного инерционного грохота

Элементы характеристики	Значения параметров
Размеры просеивающей поверхности, м:	
ширина	1,2
длина	2,5
Число ярусов сит	1
Угол наклона грохота, град.	до 22
Число оборотов вала вибратора в 1 мин.	1824
Габаритные размеры, м:	
длина	2,5
ширина	1,28
высота	0,6
Мощность электродвигателя, кВт	30
Масса грохота, кг	1095

1.3 Эффективность грохочения

$$E=e \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3; \quad (4)$$

где e – эталонная эффективность грохочения, $e=86$
 $K_1=0,96$, $K_2=1$, $K_3=1$ [1, стр. 70],

$$E = e \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = 86 \cdot 0.96 \cdot 1 \cdot 1 = 83$$

1.4 Значение амплитуды колебаний короба

$X_a = (1,5 \dots 2,5)$, но следует учесть, что ускорение грохота W , превышающее 80 м/с приводит к быстрому выходу из строя узлов грохота и возникновению трещин в коробе [3]. Поэтому

$$W = \omega \cdot 2X_a \leq 80 \text{ м/с}$$
$$x_a = 0.002 \text{ м}$$

1.5 Скорость отрыва зерен материала от сита

Важную практическую роль играет способность грохота к самоочистке отверстий сит. Способность грохота к самоочистке определяется инерционными силами, приложенными к застрявшим в отверстиях зернам. Существует методика расчета, которая определяет оптимальную скорость колебания сит, при которой происходит самоочищение отверстий сит [3, стр. 4]

Для грохотов наклонных, с круговыми колебаниями:

$$V_0 = 4.28 \cdot \sqrt{h} \quad (5)$$

где, h – высота подбрасывания зерен над поверхностью сит

Экспериментально установлено, что самоочищение происходит, если;

$$h \geq 0.4 \cdot b = 0.4 \cdot 0.02 = 0.008 \text{ м} \quad (6)$$

$$V_0 = 4.28 \cdot \sqrt{h} = 0.382 \text{ м/с}$$

1.6 Частота колебаний короба с ситом

$$\omega = \frac{V_0}{x_a} = \frac{0,382}{0,002} = 191 \text{ рад/с} \quad (7)$$

1.7 Ускорение короба грохота

$$\alpha = x_a \cdot \omega^2 = 0.002 \cdot 191^2 = 73 \text{ м/с}^2 \quad (8)$$

Значение α не превышает значения $\alpha_{\max} = 80 \text{ м/с}^2$, предельно допустимого значения для подобных конструкций [1, стр.73].

1.8 Динамический коэффициент

$$K_d = \frac{x_a \cdot \omega^2 \cdot \sin \alpha}{g \cdot \cos \alpha} = \frac{0.002 \cdot 191^2 \cdot \sin 35}{9.81 \cdot \cos 22} 4,6; \quad (9)$$

что меньше предельного допустимого значения, K_d [1, стр. 76].

2. Определение конструктивных параметров грохота

2.1 Частота вращения вала

$$n = \frac{\omega \cdot 30}{\pi} = \frac{191 \cdot 30}{3.14} = 1824 \text{ об/мин} \quad (10)$$

2.2 Скорость движения материала по сити

$$V = 2 \cdot 10^{-8} \cdot K_1 \cdot K_n \cdot r \cdot n^2 \quad (11)$$

Где K_1 – коэффициент, зависящий от угла наклона грохота, K_n – поправочный коэффициент, учитывающий производительность на метр ширины грохота; r – эксцентриситет вала, мм; $K_1=8,1$, $K_n=1$, $r=x_a/2$ [1, стр. 82], $r=x_a/2 = 1$ мм.

$$V = 2 \cdot 10^{-8} \cdot 8,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1824^2 = 0.53 \text{ м/с}$$

2.3 Масса материал

$$m_M = \frac{0,287 \cdot Q \cdot L \cdot \rho \cdot (1 - 0,65 \cdot c)}{V} \quad (12)$$

где ρ – плотность сортируемого материала, t/m^3 , $\rho = 2,65 \text{ т/м}^3$

$$\begin{aligned} m_M &= \frac{0,287 \cdot Q \cdot L \cdot \rho \cdot (1 - 0.65 \cdot C)}{V} = \\ &= \frac{0,287 \cdot 100 \cdot 2,5 \cdot 2,65 \cdot (1 - 0,65 \cdot 0,6)}{0.53} = 219 \text{ кг} \end{aligned}$$

Массу короба назначим исходя из выражения

$$m_k = (2,5 \dots 6) \cdot m_M = 5 \cdot 2.19 = 1095 \text{ кг} [1, стр. 82].$$

2.4 Статический момент дебалансов

$$m_d \cdot r_d = x_a \cdot (m_M + m_k) \quad (13)$$

Где m_d – масса дебалансов, кг., r_d – эксцентриситет центра массы дебалансов, м.

$$m_d \cdot r_d = 0,002 \cdot (219 + 1095) = 2,628 \text{ кг} \cdot \text{м}$$

Статический момент одного баланса:

$$m_{d1} \cdot r_d = \frac{m_d \cdot r_d}{2} = 1,614 \text{ кг} \cdot \text{м}$$

Принимаем $m_d = 5 \text{ кг}$; $r_d 0,26 \text{ м}$

2.5 Сила инерции

$$F_{\text{и}} = m_{d1} \cdot \omega^2 \cdot (r_d + x_a) = 5 \cdot 191^2 \cdot (0,26 + 0,002) = 47790 \text{ Н} \quad (14)$$

2.6 Мощность на преодоление сил трения в подшипниках

$$P_{\text{тр}} = \frac{F_a \cdot \mu \cdot \omega \cdot d_{\text{в}}}{2 \cdot 10^3} \quad (15)$$

где μ – приведенный коэффициент трения в подшипниках качения, принимаемый из диапазона 0,01...0,005 [1, стр. 89]. Принимаем $\mu=0,01$

$d_{\text{в}}$ – диаметр вала, на котором расположены дебалансы, м.

Ориентировочно $d_{\text{в}}$ рассчитывают по зависимости [1, стр. 89]

$$d_{\text{в}} \geq \sqrt{\frac{m_{d1} \cdot r_d \cdot q}{0,2[\tau]}} \quad (16)$$

где $[\tau]$ – допустимое значение касательного напряжения кручения, $[\tau] = (10 \dots 15) \text{ Мпа}$ принимаем $[\tau] = 12 \text{ Мпа}$

$$d_b \geq \sqrt{\frac{m_{д1} \cdot r_d \cdot q}{0.2[\tau]}} = 0.022 \text{ м}$$

Принимаем $d_b = 0,025 \text{ м}$.

$$P_{тр} = \frac{F_n \cdot \mu \cdot \omega \cdot d_b}{2 \cdot 10^3} = \frac{47790 \cdot 0,01 \cdot 191 \cdot 0,025}{2 \cdot 10^3} = 1,14 \text{ кВт}$$

2.7 Мощность на преодоление сопротивления вращению вала дебалансов

$$P_d = 0,71 \cdot 10^{-3} \cdot m_{д1} \cdot r_d \cdot \omega^3 \cdot x_a = 0,71 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 0,26 \cdot 191^3 \cdot 0,002 = 25,7 \text{ кВт} \quad (17)$$

2.8 Потребная мощность двигателя

$$P_{д.п.} = \frac{(P_{тр} \cdot P_d)}{\eta_n} = \frac{(1,14 + 25,7)}{0,93} = 30 \text{ кВт} \quad (18)$$

Выбираем двигатель АИР180М2 с параметрами

$$P_d = 30 \text{ кВт}, n_c = 3000 \text{ об/мин}$$

2.9 Характеристики выбранного электродвигателя

Электродвигатель АИР180М2

Общепромышленный асинхронный электродвигатель АИР 180М2 изготавливается по умолчанию:

- на двойное напряжение 380/660В (шесть клемм в коробке выводов). Изготовление электродвигателей на другое напряжение производится по заказу.



Рисунок 1 – Электродвигатель АИР180М2

- климатического исполнения У, категории размещения - 2 (эксплуатация под навесом, отсутствие прямого воздействия осадков и солнечного излучения), или 3 (эксплуатация в закрытых помещениях без регулирования климатических условий).

- режим работы - продолжительный, S1 (работа машины при неизменной нагрузке и потерях достаточное время для достижения установившейся (постоянной) температуры всех её частей).
- степень защиты - IP54, 55 (содержание нетокопроводящей пыли в воздухе до 100 мг/м³, двигатель защищен от брызг воды с любого направления).
- двигатели имеют изоляционную систему класса нагревостойкости F.

Изготовление электродвигателей с повышенным скольжением, двумя концами вала, встроенной температурной защитой (может присутствовать по умолчанию) и другие спец. исполнения, производится под заказ.

Монтажное исполнение двигателей:

- на лапах (IM 1001, 1011)
- фланцевые (IM 3001, 3011)
- комбинированные, лапы + фланец (IM 2001, 2011).

Монтаж проводился в соответствии с ГОСТ 2479-79.

Таблица 2— Габаритные и присоединительные размеры электродвигателя АИР 180 М2

Тип двигателя	L30	h31	b10	b11	L10	L11	L31	d1	L1	b1	h25	h1	h	d10	d24	d20	d25	L20	d22	n
АИР180М2	769	455	279	355	241	355	121	48	110	14	51.5	9	180	15	400	350	300	5	19	4

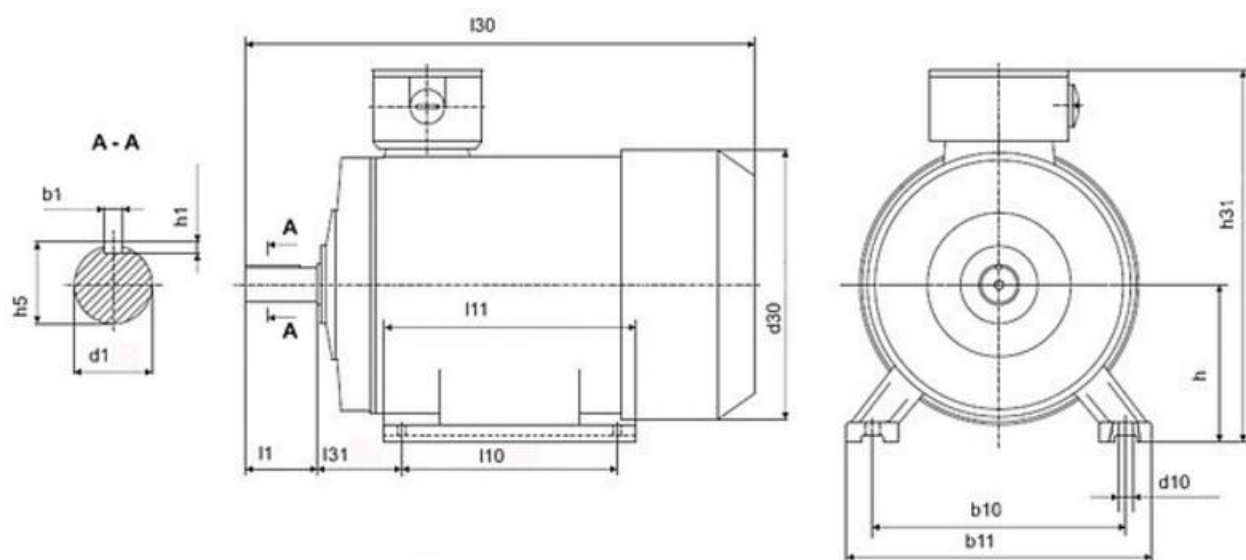


Рисунок 2 – Монтажное исполнение АИР180М2 (на лапах)

Характеристики

Основные

Производитель	Сибэлектромотор
Страна производитель	Россия
Тип двигателя	Асинхронные
Тип ротора	Короткозамкнутый
Количество фаз	3
Напряжение	0.38 (кВ)
Номинальный ток	56.9 (А)
Мощность	30.0 (кВт)
Коэффициент мощности	0.9
Количество полюсов	2 (шт.)
Частота вращения	3000.0 (об/мин)
Режимы работы	Длительный
Количество скоростей работы	1
Материал корпуса	Чугун
Цвет корпуса	Синий
Система охлаждения двигателя	Воздушная
Отношение максимального момента к номинальному моменту	2.2
Способ монтажа	На лапах
КПД, не менее	90.7 (%)
Защитный кожух	Да

Степень защиты IP	55
Вес	203.0 (кг)

Дополнительные характеристики

Встроенная температурная защита	Да
---------------------------------	----

Габаритные размеры

Длина	769.0 (мм)
Высота	455.0 (мм)
Диаметр	400.0 (мм)
Диаметр вала	48 (мм)

Дополнительные характеристики

Мощность	30
Количество полюсов	2
Частота вращения	3000

3. Расчет деталей грохота

3.1 Расчет пружинных амортизаторов

Примем частоту собственных колебаний грохота $p_c=2$ Гц [1, стр. 91].
Круговая частота $p=2 \cdot \pi \cdot p_y=2 \cdot 3.14 \cdot 2=12,56$ рад/с. Частота вынужденных колебаний ω не должна превышать частоту любой из форм собственных колебаний p грохота не менее, чем в 4 раза: $\omega/p = 191/12.56 = 15.2$, что удовлетворяет условию соотношения [1, стр. 91].

Жесткость всех пружин в вертикальном направлении:

$$K_y = (m_k \cdot m_m) \cdot 4 \cdot \pi^2 \cdot p_y^2 = (1095 + 219) \cdot 4 \cdot 3,14^2 \cdot 2^2 \\ = 207499 \text{ Н/м} \quad (19)$$

Наименьшая рабочая нагрузка на пружины:

$$F_{min1} = (m_d + m_k) \cdot g = (10 + 1095) \cdot 9.81 = 10840 \text{ Н} \quad (20)$$

Наибольшая рабочая нагрузка на пружины:

$$F_{max1} = (m_d + m_k + m_m) \cdot g = (10 + 1095 + 219) \cdot 9.81 = 13000 \text{ Н} \quad (21)$$

На одну пружину действуют нагрузки:

$$F_{max} = \frac{F_{max1}}{z} \cdot 1.3 = \frac{13000}{8} \cdot 1.3 = 2113 \text{ Н} \quad (22)$$

Принимаем для пружины материал – сталь 60С2, предел выносливости при изменении касательных напряжений $\tau_0=340$ МПа.

Принимаем из рекомендуемого диапазона индекс пружины $c=6$.

Диаметр проволоки:

$$d = 1.6 \cdot \sqrt{\frac{K \cdot F_{max} \cdot C}{[\tau]_k}} = 1.6 \cdot \sqrt{\frac{1.24 \cdot 2113 \cdot 6}{218 \cdot 10^6}} = 0.014 \text{ м} \quad (23)$$

где $K = \frac{4c+2}{4c-3} = 1,24$

$$[\tau]_k = \frac{\tau_0}{S \cdot k_\tau} = \frac{340}{1.3 \cdot 1.2} = 218 \text{ Мпа}$$

где $S=1,3$ -коэффициент безопасности;

$k_\tau=1,2$ -коэффициент концентрации касательных напряжений;

Принимаем $d=14\text{мм}$

Средний диаметр пружины $D=c \cdot d=6 \cdot 14=0,084 \text{ м}$.

Число рабочих витков пружины:

$$i_p = \frac{\lambda \cdot G \cdot d^4}{8 \cdot D^3 \cdot (F_{max} \cdot F_{min})} = \frac{0.004 \cdot 82000 \cdot 10^6 \cdot 0.014^4}{8 \cdot 0.084^3 \cdot (2113 - 1762)} = 6.43 \quad (24)$$

где $G = 82000 \cdot 10^6 \text{ Па}$ – модуль упругости стали при кручении.

Принимаем $i_p = 6.5$

Полное число витков:

$$i_n = i_p + (1.5 \dots 2) = 6.5 + 1.5 = 8 \quad (25)$$

Длина пружины до соприкосновения витков:\

$$H = i_n \cdot d = 8 \cdot 14 = 0,112 \text{ мм} \quad (26)$$

а в ненагруженном состоянии:

$$H_0 = H + (1,1 \dots 1,2) \frac{8F_{max}D_{cp}^3}{Gd_{пр}^4} = 0,112 + 1,2 \frac{8 \cdot 2113 \cdot 0,084^3}{82000 \cdot 10^6 \cdot 0,014^4} \\ = 0,116 \text{ м} \quad (27)$$

Наружный диаметр пружины:

$$D_n = D_{cp} + d_{пр} = 84 + 14 = 98 \text{ мм} \quad (28)$$

Внутренний диаметр пружины:

$$D_{вн} = D_{cp} - d_{пр} = 84 - 14 = 70 \text{ мм} \quad (29)$$

Шаг витков:

$$S = \frac{H_0}{i} = \frac{0,116}{8} = 0,0145 \text{ м} \quad (30)$$

Угол подъема винтовой линии:

$$\psi = \arctg(S/\pi \cdot D_{cp}) = \arctg(0,0145/3,14 \cdot 0,084) = 3,145^\circ \quad (31)$$

Жесткость пружины в горизонтальном направлении:

$$K_x = \frac{E \cdot d^4}{8iD^3} = \frac{82000 \cdot 10^6 \cdot 0,014^4}{8 \cdot 8 \cdot 0,084^3} = 102208 \text{ Н/м} \quad (32)$$

3.2 Расчет клиноременной передачи

Мощность на малом шкиве 30 кВт, частота вращения:

$$0,025 = \frac{3000 - n}{3000} \quad (33)$$

n=2925 об/мин

передаточное число:

$$i = \frac{n_{\text{ДВ}}}{n} = \frac{2925}{1824} = 1,6 \quad (34)$$

По диаграмме [2, рис. 2.2.2, стр. 16] определяем сечения ремня. По мощности принимаем сечение Б(В).

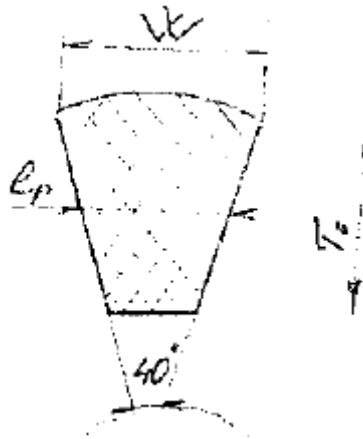


Рисунок 3 – размеры ремня

L_p – ширина ремня 14 мм

W – максимальная ширина ремня 17 мм

Принимаем диаметр малого шкива $d_1=180$ мм. Определим диаметр большого шкива

$$d_2 = d_1 \cdot i = 180 \cdot 1,6 = 280 \text{ мм}$$

Линейная скорость ремня:

$$V = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{60000} = \frac{3.14 \cdot 1800 \cdot 2925}{60000} = 27,567 \text{ м/с} \quad (35)$$

при допускаемом не более 30 м/с [2,стр. 15]

Межосевое расстояние:

$$\alpha_{\min} = 0.55(d_1 + d_2) + H_p = 0.55(180 + 280) + 11 = 264 \text{ мм} \quad (36)$$

где $H_p=11$ мм , высота ремня [2, стр. 16].

Принимаем $\alpha = 450$ мм

Расчетная длина ремня:

$$L_p = 2 \cdot a + \frac{\pi}{2} \cdot (d_1 + d_2) + \frac{(d_1 + d_2)^2}{4a}$$
$$= 2 \cdot 0.45 + \frac{3.14}{2} \cdot (180 + 280) + \frac{(280 - 180)^2}{4 \cdot 0.45} = 1.628 \text{ м} \quad (37)$$

Принимаем $L_p = 1800 \text{ мм}$

Номинальное межосевое расстояние:

$$a_{\text{ном}} = a' + 0.5(L_p - L'_p) = 450 + 0.5(1800 - 1628) = 536 \text{ мм} \quad (38)$$

Угол обхвата:

$$L_p = 2 \cdot a + \frac{\pi}{2} \cdot (d_1 + d_2) + \frac{(d_1 + d_2)^2}{4a} = 2 \cdot 0.45 + \frac{3.14}{2} \cdot (180 + 280) + \frac{(280 - 180)^2}{4 \cdot 0.45} = 1.628 \text{ м} \quad (39)$$

Необходимое число ремней:

$$K = \frac{P_{\text{ном}} \cdot C_p}{P_0 \cdot C_v \cdot C_L \cdot C_k} = \frac{30 \cdot 1}{5.76 \cdot 0.79 \cdot 0.95 \cdot 1} = 6.94 \quad (40)$$

Где $P_0=5,57 \text{ кВт}$ – номинальная мощность, передаваемая одним [2, стр. 17, табл. 2.2.7]; $C_v=0,79$ – коэффициент, учитывающий влияние центробежных сил [2, стр. 15, табл. 2.1.4]; $C_L=0.95$ – коэффициент, учитывающий длину ремня, [2, стр. 17, табл. 2.2.6]; $C_k=1$ – коэффициент, учитывающий число ремней в передаче [2, стр. 16].

Принимаем $K=7$

Сила, нагружающая валы передачи:

$$F = 2F_0 \sin \frac{\alpha}{2} \quad (41)$$

$F_0 = \frac{0.5F_{\tau}}{\varphi}$, предварительное натяжение ремня, Н [2, стр. 16]

где, $F_{\tau} = \frac{2 \cdot 10^3 T_1}{d_1} = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot 98}{180} = 1089 \text{ Н}$ окружное усилие, Н;

где, $T_1 = 9550 \frac{30}{2925} = 98 \text{ Нм}$ крутящий момент на ведущем шкиве;

$\varphi = (0,45 \dots 0,55)$ – коэффициент тяги

$$F_0 = \frac{0.5 \cdot 1089}{0.5} = 990 \text{ Н}$$

где, $\varphi = (0,45 \dots 0,55)$ – коэффициент тяги [2, стр. 16].

$$F = 2 \cdot 990 \cdot \sin \frac{169}{2} = 1972 \text{ Н}$$

3.3 Расчет ведомого вала

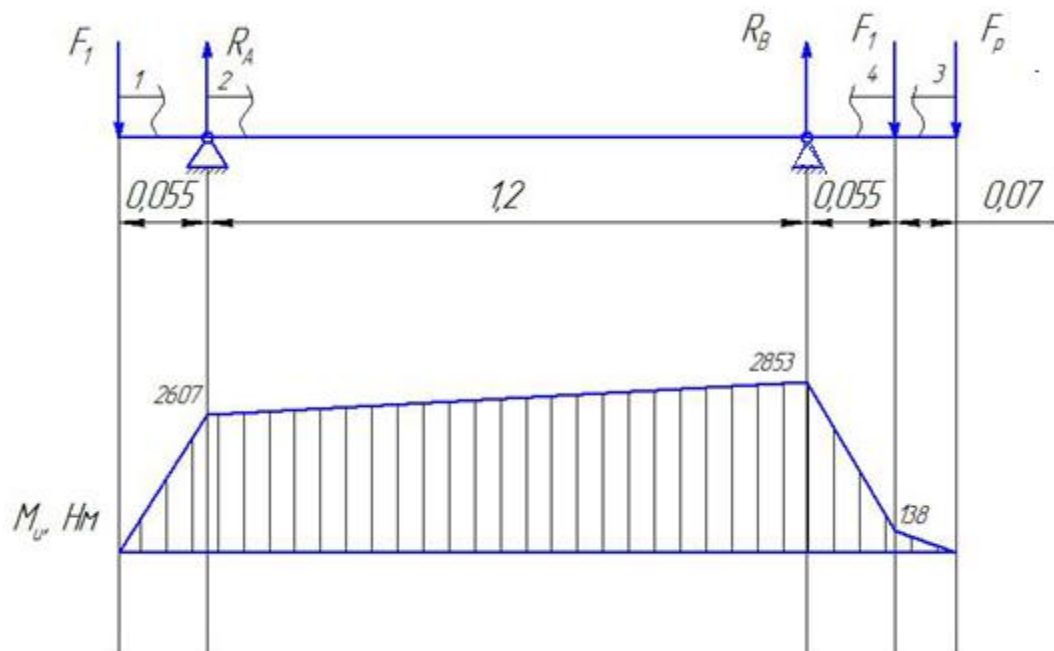


Рисунок 4 – эпюра напряжений на ведомый вал.

Определим реакции опор:

$$\Sigma M_A = 0$$

$$F_1 \cdot 0,055 + R_B \cdot 1,2 - F_1 \cdot (1,2 + 0,055) - F_p \cdot (1,2 + 0,055 + 0,07) = 0$$

$$R_B = \frac{F_1 \cdot (1,2 + 0,055) + F_p \cdot (1,2 + 0,055 + 0,07) - F_1 \cdot 0,055}{1,2} =$$

$$= \frac{47400 \cdot (1,2 + 0,055) + 1972 \cdot (1,2 + 0,055 + 0,07) - 47400 \cdot 0,055}{1,2} = 49577 \text{ Н.}$$

$$\Sigma M_B = 0$$

$$F_1 \cdot (1,2 + 0,055) - R_A \cdot 1,2 - F_1 \cdot 0,055 - F_p \cdot (0,055 + 0,07) = 0$$

$$R_A = \frac{F_1 \cdot (1,2 + 0,055) - F_p \cdot (0,055 + 0,07) - F_1 \cdot 0,055}{1,2} =$$

$$= \frac{47400 \cdot (1,2 + 0,055) - 1972 \cdot (0,055 + 0,07) - 47400 \cdot 0,055}{1,2} = 47195 \text{ Н.}$$

Изгибающий момент:

$$M_1 = F_1 \cdot 0,055 = 2607 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_2 = F_1 \cdot (0,055 + 1,2) - R_A \cdot 1,2 = 2853 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_3 = F_p \cdot 0,07 = 138 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_4 = F_p \cdot (0,055 + 0,07) + F_1 \cdot 0,055 = 2853 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Проверим диаметр вала в его опасных сечениях на прочность:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{M}{0,1[\sigma_u]}}$$

где, $[\sigma_u] = \frac{\sigma_{-1u}}{S_{\text{зап}}}$: $S_{\text{зап}} = 4$; [2, стр.66].

Принимаем материал вала Сталь 38ХГСА, для которой предел выносливости при изгибе

Отсюда получаем:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{2853}{0,1 \cdot \frac{550 \cdot 10^6}{4}}} = 0,0592 \text{ м}$$

Принимаем диаметр вала $d=60\text{мм}$

Конструктивно принимаем диаметры вала:

- под подшипниками $d_{\text{в.п.}}=80\text{мм}$
- под дебалансами $d_{\text{в.д.}}=60 \text{ мм}$
- между подшипниками $d_{\text{в.п.}}=100 \text{ мм}$

Расчет холостого вала

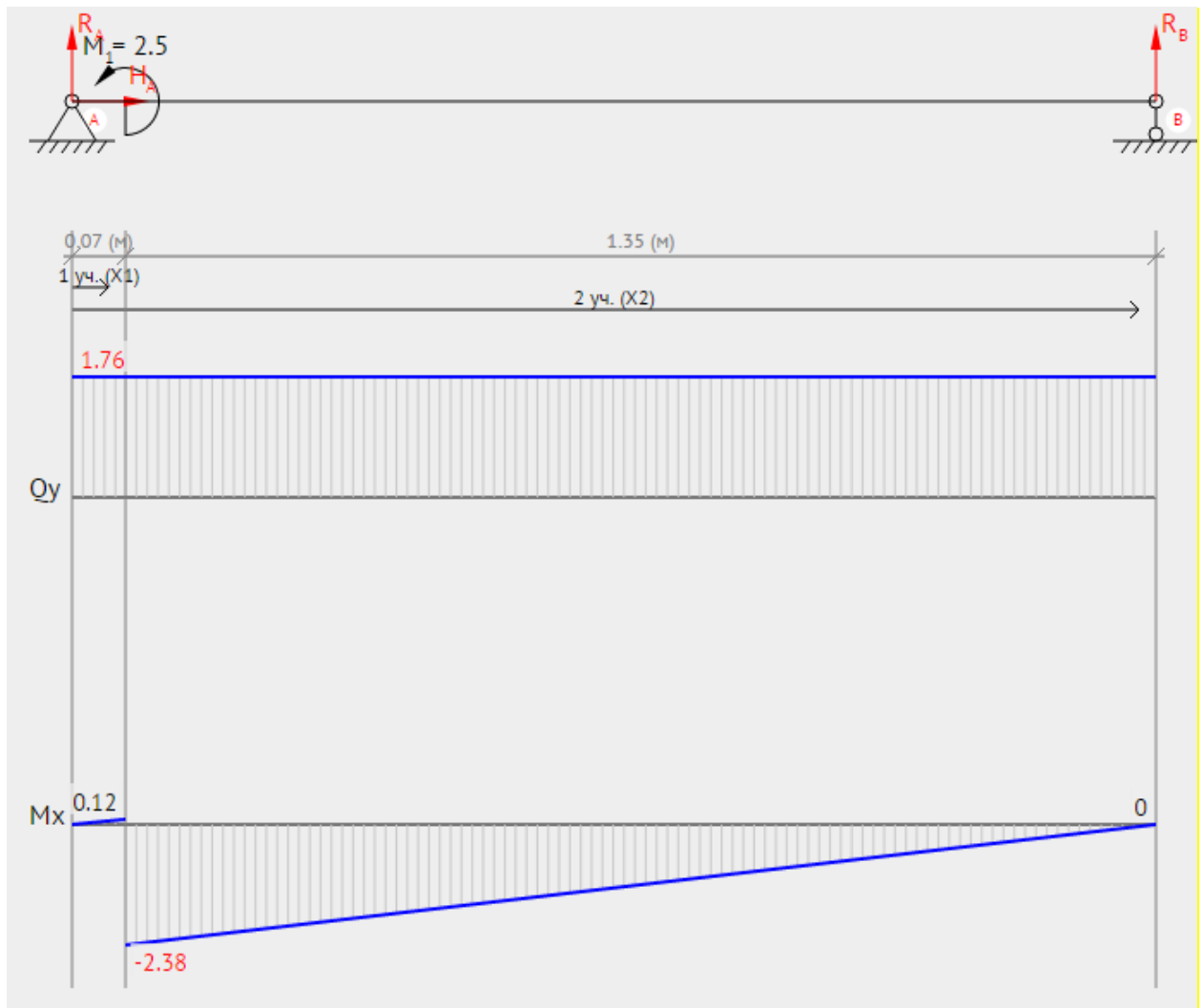


Рисунок 5 – Эпюры напряжений холостого вала.

Определение опорных реакций.

$$\sum F_x = 0; H_A = 0$$

$\sum M_A = 0$; Найдем сумму моментов относительно шарнирно неподвижной опоры в точке A:

$$M_1 + R_B \cdot 1.42 = 0$$

$\sum M_B = 0$; Найдем сумму моментов относительно шарнирно-неподвижной опоры в точке B:

$$-R_A \cdot 1.42 + M_1 = 0$$

2. Решаем полученную систему уравнений, находим неизвестные:

$$H_A = 0 \text{ (кН)}$$

3. Вычислим реакцию шарнирно-неподвижной опоры в точке В:

$$R_B = (-M_1)/1,42 = (-2,5)/1,42 = -1,76 \text{ (кН)}$$

4. Вычислим реакцию шарнирно неподвижной опоры в точке А:

$$R_A = (M_1)/1,42 = (2,5)/1,42 = 1,76 \text{ (кН)}$$

5. Выполним проверку $\sum F_Y = 0$; $R_A - R_B = 1,76 - 1,76 = 0$

Построение эпюр.

Рассмотрим 1-й участок $0 \leq x_1 < 0,07$ (рис.5)

Поперечная сила Q:

$$Q(x_1) = +R_A$$

Значения Q на краях участка:

$$Q_1(0) = +1,76 = 1,76 \text{ (кН)}$$

$$Q_1(0,07) = +1,76 = 1,76 \text{ (кН)}$$

Изгибающий момент M:

$$M(x_1) = +R_A * (x_1)$$

Значения M на краях участка:

$$M_1(0) = +1,76 * (0) = 0 \text{ (кН*м)}$$

$$M_1(0,07) = +1,76 * 0,07 = 0,12 \text{ (кН*м)}$$

Рассмотрим 2-й участок $0,07 \leq x_2 < 1,42$

Поперечная сила Q:

$$Q(x_2) = +R_A$$

Значения Q на краях участка:

$$Q_2(0,07) = +1,76 = 1,76 \text{ (кН)}$$

$$Q_2(1,42) = +1,76 = 1,76 \text{ (кН)}$$

Изгибающий момент M:

$$M(x_2) = +R_A * (x_2) - M_1$$

Значения M на краях участка:

$$M_2(0,07) = +1,76 * (0,07) - 2,5 = -2,38 \text{ (кН*м)}$$

$$M_2(1,42) = +1,76 * (1,42) - 2,5 = 0 \text{ (кН*м)}$$

3.4 Выбор подшипников

3.4.1 Подшипники вала с дебалансами

Принимаем подшипники по ГОСТ 28428-90 «Подшипники шариковые радиальные сферические двухрядные».

Эквивалентная динамическая радиальная нагрузка:

$$P = [XVF_r + YF_a] \cdot k_\phi \cdot k_m \quad (42)$$

где $X=1$ [2, стр.86],

$V=1,2$ [2, стр.86],

$$F_r = R_B = 49577$$

$k_\phi = 1,2 - 1,8$ коэффициент безопасности [2, стр.87, табл.8.5.3],

$k_m=1$ температурный коэффициент [2, стр.87, табл.8.5.4].

$$P = [1 \cdot 1,2 \cdot 49577] \cdot 1,2 \cdot 1 = 71391 \text{ Н}$$

Исходя из динамической нагрузки на подшипник, выбираем подшипник 1316 с параметрами: $d=80\text{мм}$, $D=170\text{мм}$, $C=88000 \text{ Н}$.

3.4.2 Подшипники опор короба

В данном случае внутреннее кольцо подшипников практически не будет вращаться относительно наружного, поэтому эти подшипники выберем по статической грузоподъёмности.

$$P = (m_k + m_m) \cdot g + m_d \cdot \omega^2 \cdot r_d = (1095 + 219) \cdot 9,81 + 10 \cdot 191^2 \cdot 0,26 = 107741 \text{ Н} \quad (48)$$

Исходя из нагрузки на подшипник, выбираем роликовый радиальный сферический двухрядный подшипник 53612 ГОСТ24696-81 с параметрами: d=60мм, D=130мм, C=235000 Н, C₀=166000 Н.

3.4.3 Подшипники натяжного ролика

Принимаем подшипники по ГОСТ 8338-75 «Подшипники шариковые радиальные однорядные».

Эквивалентная динамическая радиальная нагрузка:

$$P = [XVF_r + YF_a] \cdot k_{\sigma} \cdot k_m$$

где X=1 [2, стр.86],

V=1,2 [2, стр.86],

$$F_r = N = 32 \text{ Н}$$

$$\sum M_A = 0; -F_{rp} \cdot 0,424 + N \cdot 0,394 = 0; N = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot 0,424}{0,394} = 32 \text{ Н}$$

$$P = [k_m \cdot k_{\sigma}] \cdot k_{\sigma} \cdot k_m$$

k_σ=1,2-1,8 – коэффициент безопасности [2, стр.87, табл.8.5.3],

k_m=1 температурный коэффициент [2, стр.87, табл.8.5.4].

$$P = [1 \cdot 1,2 \cdot 32] \cdot 1,2 \cdot 1 = 46 \text{ Н}$$

Исходя из конструктивных соображений, выбираем подшипник 80106 с параметрами: d=30мм, D=55мм, C=13300 Н, C₀=6800 Н.

3.5 Расчет шпоночных соединений

3.5.1 Расчет шпонок на смятие

Расчет шпонок на смятие производят по следующей зависимости:

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{4 \cdot 10^3 \cdot T_{\text{НОМ}}^{\text{шп}} \cdot K_A}{h \cdot l \cdot d} \leq [\sigma_{\text{см}}]$$

где, $[\sigma_{\text{св}}] = 80$ МПа [2, стр.126], d – диаметр вала в месте установки шпонки, $d = 60$ мм; $T_{\text{НОМ}}^{\text{шп}} = 157$ Н·м; $K_A = 1,25$; коэффициент внешней динамической нагрузки[2,стр.53,табл.4.2.9]; h, l – размеры шпонки.

Шпонка под ведомый шкив:

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{4 \cdot 10^3 \cdot 157 \cdot 1,25}{11 \cdot 30 \cdot 60} = 39,65 \text{ МПа} < 80 \text{ МПа}$$

3.5.2 Расчет шпонок на срез

Расчет на срез ведут по условию:

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot T_{\text{НОМ}}^{\text{шп}} \cdot K_A}{b \cdot l \cdot d} \leq [\tau_{\text{ср}}]$$

$[\tau_{\text{ср}}] = (0,2 \dots 0,3) \cdot [\sigma_{\text{см}}] = 0,2 \cdot 80 = 16$ МПа – допускаемое напряжение на срез.

Шпонка под ведомый шкив:

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot 157 \cdot 1,25}{18 \cdot 130 \cdot 60} = 2,8 \text{ МПа} \leq [\tau_{\text{ср}}]$$

Шпонка под ведущий шкив:

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot 98 \cdot 1,2}{14 \cdot 130 \cdot 48} = 2,8 \text{ МПа} \leq [\tau_{\text{ср}}]$$

Следовательно, шпонка выдержит напряжения на срез.

4. Расчет экономической эффективности модернизации инерционного грохота

Понятия «экономический эффект» и «экономическая эффективность» относятся к числу важнейших категорий рыночной экономики. Эти понятия тесно связаны между собой.

Экономический эффект предполагает какой-либо полезный результат, выраженный в стоимостной оценке.

Экономическая эффективность – это соотношение между результатами хозяйственной деятельности и затратами живого и овеществленного труда, ресурсами.

В показателях выручки (объеме реализованной продукции), дохода, прибыли выражается полезный результат деятельности фирмы в стоимостной форме. Их принято называть показателями экономического эффекта, который является величиной абсолютной (руб./ед. времени).

В отличие от экономического эффекта экономическая эффективность – величина относительная. Определить её можно лишь сопоставив экономический эффект как результат деятельности с затратами, которые обусловили этот эффект. Чаще всего экономическая эффективность определяется коэффициентом экономической эффективности E в зависимости от того, в чем выражен экономический эффект и какие затраты учитываются при расчете, коэффициент экономической эффективности может рассчитываться по-разному, но суть остается той же.

Самым распространенным коэффициентом экономической эффективности является показатель рентабельности p (все его разновидности).

Оценка экономической эффективности лежит в основе управления инвестиционной деятельностью предприятия, так как выбор инвестиционных проектов осуществляется по критерию экономической эффективности и показателям её характеризующим.

При расчете показателей экономической эффективности следует различать экономическую эффективность краткосрочного решения (разовой сделки) и экономическую эффективность долгосрочного проекта, реализация которого предполагает несколько лет.

Эффект и эффективность

Любая деятельность имеет определенный результат, который человек всегда стремился оценить. С развитием производства, а особенно его промышленного масштаба, эта оценка, стремление «получать больше взамен на меньшее или, по крайней мере, столько же» спровоцировала появление концепции эффективности производства – как отдельной серьезной составляющей изучения экономики организации.

Нужно различать понятие «эффект» и «эффективность».

Эффект – абсолютный показатель результата какого-либо действия или деятельности. Он может быть как положительным, так и отрицательным.

Эффективность – относительный показатель результативности и может быть только положительной величиной.

Расчет экономической эффективности рекомендуется производить путём сравнения затрат с экономическим эффектом как денежным выражением результата по формуле:

$$\text{Эффективность (Э)} = (\text{Результат (Р)} / \text{Затраты (З)}) * 100\%$$

Затраты (З) и результаты (Р) могут сопоставляться между собой различными способами, при этом получаемые показатели имеют разный смысл, акцентируя ту или иную сторону категории «эффективность»:

показатель вида P/Z характеризует результат, получаемый с единицы затрат;

отношение Z/P означает удельную величину затрат, приходящихся на единицу достигаемого результата;

разница $P-Z$ характеризует абсолютную величину превышения результатов над затратами;

показатель $P-Z/Z$ даёт оптимальную величину эффекта;

показатель $P-Z/P$ отражает удельную величину эффекта, приходящуюся на единицу получаемого результата.

В настоящее время используются различные термины, по-своему характеризующие соотношение результата с определёнными целевыми установками – результативность, целесообразность, экономичность, производительность, действенность.

Эффективность – характеристика процессов и воздействий сугубо управленческого характера, отражающая прежде всего степень достижения преследуемых целей, поэтому эффективностью обладает лишь целенаправленное взаимодействие.

Под эффективностью также понимают:

- определённый конкретный результат (эффективность действия чего-либо);

- соответствие результата или процесса максимально возможному, идеальному или плановому;

- функциональное разнообразие систем;

- числовую характеристику удовлетворительности функционирования;

- вероятность выполнения целевых установок и функций;

- отношение реального эффекта к требуемому (нормативному) эффекту.

В данной работе будет произведена оценка эффективности модернизации инерционного грохота. Иными словами, будет произведена оценка того, насколько экономически выгодно осуществлять модернизацию аппарата, возможно, что проще и дешевле будет приобрести новый аппарат.

Для расчета экономической эффективности был проведен мониторинг рынка инерционных грохотов. По результатам мониторинга было установлено, что средняя стоимость инерционного грохота с необходимыми параметрами

работы, а также с той укомплектованностью, которая имеется на модернизируемом нами аппарате, составила 55000 рублей. При этом, также необходимо произвести доставку оборудования транспортной компанией. Транспортные компании предлагают наиболее дешевую доставку железнодорожным сообщением. Стоимость доставки составит 3000 рублей. Данная цена складывается из стоимости за массу товара, а также за его габариты. Итоговая сумма нового инерционного грохота вместе с доставкой составила 58 тыс. рублей.

Затраты = стоимость товара + доставка = 55000 + 3000 = 58000 рублей

4.1 Расчет экономической эффективности

Далее рассмотрим, какие затраты будут необходимы на проектирование, заказ, установку некоторых узлов инерционного грохота и на поверочный расчет уже имеющихся узлов этого же аппарата. Для модернизации нашего аппарата необходимо спроектировать и заказать следующие узлы:

- вал;
- подшипниковый узел;
- сито;
- пружина.

Стоимость оказания услуг по проектированию данных узлов, исходя из объема и сложности расчетов:

- проектирование подшипникового узла – 2500 рублей;
- проектирование пружины – 2000 рублей;
- проектирование вала – 1000 рублей;
- проектирование сита – 500 рублей;

Стоимость оказания услуг по производству поверочного расчета отдельного звена аппарата:

- поверочный расчет короба – 1000 рублей;

- поверочный расчет редуктора – 2000 рублей;
- поверочный расчет двигателя – 1000 рублей;
- поверочный расчет опор аппарата – 1000 рублей;

Стоимость производства деталей на заказ, либо их покупка:

- подшипниковый узел – 2000 рублей;
- вал – 2000 рублей;
- пружина – 1000 рублей;
- сито – 2000 рублей;

Затраты на каждую произведенную деталь:

$$Z_i = Pr_i + C_i$$

Pr_i - затраты на проектирование детали, руб;

C_i – затраты на заказ либо покупку детали, руб;

Затраты на подшипниковый узел:

$$Z_1 = 2500 + 2000 = 4500 \text{ рублей}$$

Затраты на пружину:

$$Z_2 = 2000 + 1000 = 3000 \text{ рублей}$$

Затраты на вал:

$$Z_3 = 1000 + 2000 = 3000 \text{ рублей}$$

Затраты на сито:

$$Z_4 = 2000 + 500 = 2500 \text{ рублей}$$

Общие затраты (с учетом затрат на поверочный расчет),руб:

$$Z = \sum Z_i + \sum \Pi_i$$

$\sum \Pi_i$ -сумма затрат на поверочный расчет старых узлов аппарата,руб.

$$\begin{aligned} Z &= 4500 + 3000 + 3000 + 2500 + 1000 + 2000 + 1000 + 1000 \\ &= 18000 \text{ рублей} \end{aligned}$$

Сведем расчеты в таблицу 3:

№ п/п	Наименование узла аппарата	Стоимость проектирования/поверки, руб.	Стоимость на заказ/покупку, руб.	Кол-во, шт.	Всего , руб.
1	Подшипниковый узел	3000	2000	1	4500
2	Пружина	2000	1000	1	3000
3	Вал	1000	2000	1	3000
4	Сито	2000	500	1	2500
5	Двигатель	1000		1	1000
6	Редуктор	2000		1	2000
7	Короб	1000		1	1000
8	Опоры	1000		1	1000
Итого		12500	4500		18000

Эффективность = результат/затраты*100%= 58000/18000*100%=322%

Экономия средств=58000-18000=40000 рублей

По произведенным мною расчетам можно сделать вывод о том, что проектирую и заказываю необходимые элементы аппарата, мы экономим средства больше, чем в 3-х кратном размере, что, безусловно, наиболее экономически эффективно. На сэкономленные средства можно приобрести детали, которые больше остальных подвержены износу, тем самым мы значительно увеличиваем срок службы аппарата, что и было целью данного проекта.

5. Социальная ответственность

В данной бакалаврской работе рассматривается безопасность и экологичность нахождения сотрудников в лаборатории. Безопасность включает в себя влияние опасных и вредных факторов, их анализ и меры их профилактики.

В настоящем разделе рассматриваются вопросы охраны труда, связанные с работой в лаборатории, а так же разрабатываются мероприятия по предотвращению воздействия на здоровье опасных и вредных факторов для работников лаборатории и создание безопасных условий труда для обслуживающего персонала.

Согласно [4] говорится, что необходимо выявить все вредные и опасные факторов для оценки их влияния на работника. Выполнение научно-исследовательской работы по данной тематике требует четкого соблюдения правил по технике безопасности и охраны труда работников: при работе с биологическими агентами; химическими реактивами; едкими и ядовитыми веществами, при работе с электрооборудованием (автоклав, ламинарный шкаф, сухожаровой шкаф и т.п.).

В микробиологической и химической лаборатории исследователь может подвергаться следующим факторам воздействия: электромагнитные поля, параметры микроклимата (шум, вибрация, температура воздуха, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха, инфракрасное излучение), параметры световой среды рабочей поверхности.

Одной из основных задач является внедрение на всех предприятиях и рабочих местах совершенных средств техники безопасности и безвредных условий труда, обеспечения санитарно-гигиенических условий, устраняющих производственный травматизм и профессиональные заболевания [5].

1. Производственная безопасность

Безопасные условия труда, в первую очередь, обеспечиваются комплексом профилактических мероприятий, соответствующих созданию таких условий труда, когда суммарное воздействие всех факторов на организм человека не превышает установленных предельно-допустимых концентраций.

Данная дипломная работа выполнялась по расчету инерционного грохота в НИ Томском политехническом университете г. Томск, который относится к 1 группе административного района. [4]

5.1 Выявление вредных факторов в научно-исследовательской лаборатории при разработке и эксплуатации научного исследования

Инерционный грохот находится в научно-исследовательской лаборатории ООО «ОИК» г. Москва

В данной дипломной работе в качестве сырья использовалась золошлаковые отходы Краснокаменской ТЭЦ. Так как аппарат используется только для проведения экспериментов, то его производительность очень мала, следовательно, используемое количество золы не имеет вредных воздействий, таких как пылеобразование. Также в научно-исследовательской лаборатории необходимо учитывать вредное воздействие освещенности, шумов и вибрации. По ГН 2.2.5.1313-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны» определили, что ПДК молотого угольного шлака в производственных помещениях составляет 4 мг/м^3 . Данный показатель соответствует 4 классу опасности, то есть, как умеренно-опасный фактор. При работе с инерционным грохотом невозможно образование пыли, поскольку зола перед использованием обязательно смачивается. Но при работе в данной

научно-исследовательской лаборатории необходимо применять индивидуальные средства защиты, такие как респиратор, очки, халат, перчатки.

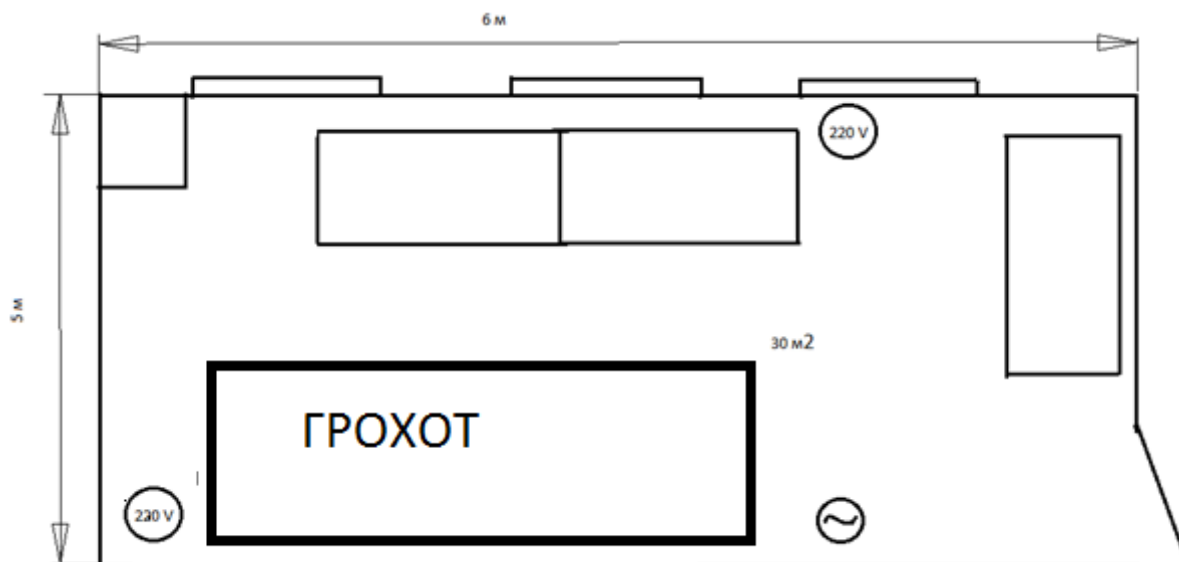


Рисунок 5 – Схема рабочего места

Освещенность

Освещение оказывает большое влияние на зрительную работоспособность, физическое и моральное состояние людей, производительность и качество труда.

Следовательно, для сохранения работоспособности в течение рабочей смены необходимым условием является рациональное освещение помещений и рабочих мест, которое обеспечивается естественным и искусственным освещением согласно СНиП 23-05-095[7].

Город Томск относится к 1 группе административного района. Характеристика зрительной работы средней точности, поэтому разряд зрительной работы

принимая 26, а освещение должно удовлетворять следующим требованиям: обеспечивать равномерность освещения, не вызывать слепящего действия, не образовывать резких теней, быть экономичным.

В качестве искусственного освещения выбираем люминесцентные открытые двухламповые светильники типа ОДО-2-40, удовлетворяющим требованиям взрыво-пожаробезопасности, а также для работы в пыльных помещениях. В качестве естественного освещения выбираем боковую систему освещения от оконных проемов, коэффициент естественного освещения $e=1,2$.

В лаборатории искусственное освещение обеспечивается четырьмя люминесцентными лампами и освещенность $E = 400$ люкс [7].

Расчет освещенности

Геометрические размеры лаборатории следующие:

Ширина $A=6$ м;

Длина $B=5$ м;

Высота $H=5$ м.

Минимальное освещение:

$E_T=400$ лк.

Коэффициент запаса для помещения с малым выделением пыли при люминесцентных лампах:

$k=1,5$.

Расчетная освещенность:

$E_p = E_T * k = 400 * 1,5 = 600$ лк.

Свес светильников с потолка: $h_c=0,2$ м.

Высота рабочей поверхности над полом: $h_p=3$ м.

Высота подвеса светильников над рабочим местом: $h=N-h_c-h_p=5-0,2-3=1,8$ м.

Площадь помещения:

$$S=A*B=6*5=30 \text{ м}^2.$$

Удельная мощность:

$$w=16 \text{ Вт/м}^2.$$

Суммарная установленная мощность:

$$P=S*w=30*16=480 \text{ Вт.}$$

Мощность одного светильника:

$$P_i=80 \text{ Вт.}$$

Количество светильников: $n=P/P_i=480/80=6$ шт.

Для равномерного общего освещения светильники располагаются в коридорном порядке.

Размеры светильника типа ОД-2-40:

Ширина 266 мм;

Длина 1230 мм;

Высота 156 мм.

Величина светового потока лампы:

$$F=(E*k*S*z)/(np),$$

где $E=400 \text{ лк}$ - минимальная освещенность,

$k=1,5$ - коэффициент запаса для люминесцентных ламп,

$S=5\cdot6=30\text{м}$ - площадь помещения

$z=0,9$ - коэффициент неравномерности освещения

$i=S/(h(A+B))=30/(5(5+6))=0,54$ - индекс помещения,

$p_{\text{п}}=70\%$ - коэффициент отражения потолка

$p_{\text{с}}=50\%$ - коэффициент отражения стен

$p_{\text{л}}=0,3$ - коэффициент использования светового потока.

$F=(400\cdot1,5\cdot30\cdot0,9)/(6\cdot0,3)=9000\text{лм}$

$F_{\text{ТАБЛ}}=2480\text{лм}$

$((F-F_{\text{ТАБЛ}})/F) \cdot 100\% = ((9000-2480)/9000) \cdot 100\% = 72,4\%$

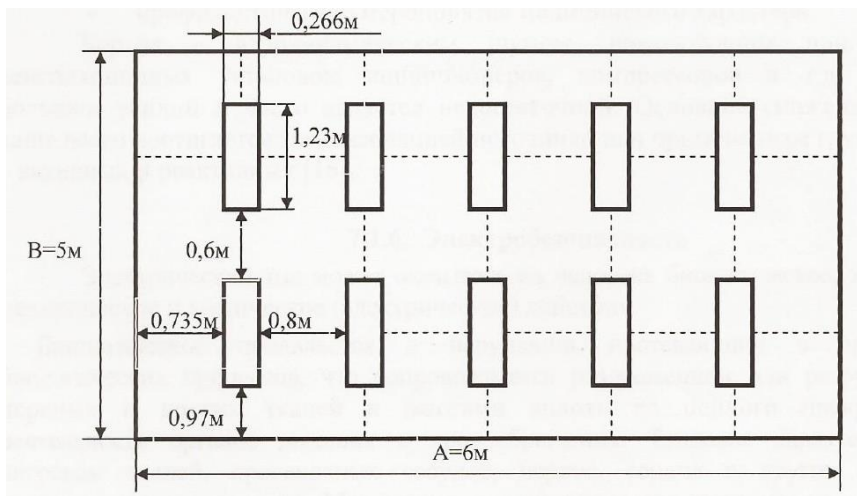


Рисунок 6 – план-схема размещения светильников

Шумы и вибрации

Шум и вибрация в большей или меньшей степени могут временно активизировать или постоянно подавлять определенные психические процессы

организма человека. Физиопатологические последствия могут проявляться в форме нарушения слуха и других анализаторов.

Шум и вибрация не только ухудшают самочувствие человека и снижают производительность труда в среднем на 10-15%, но и очень часто приводят к профессиональным заболеваниям.

Шумы создаются работающими приборами, вентиляторами. В большинстве случаев технически трудно снизить шум до очень малых уровней, поэтому при нормировании исходят не из оптимальных, а из терпимых условий, т.е. таких, когда вредное действие шума на человека не проявляется или проявляется незначительно.

Нормирование допустимых уровней звукового давления производится в соответствии с ГОСТ 12.1.003.-88 [4]. По данному ГОСТу уровень звука в производственных помещениях не должен превышать 85 дБА. [8].

Снижение шума и вибрации можно достичь следующими методами:

- устранение причин шума и вибрации или существенное их ослабление в источнике образования;
- изоляция источников шума и вибрации от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения;
- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;
- архитектурно - планировочные решения, предусматривающие рациональное размещение технологического оборудования, машин, механизмов, акустическая обработка помещений; применение средств индивидуальной защиты;
- профилактические мероприятия медицинского характера.

Борьба с аэродинамическим шумом, возникающим при работе вентиляционных установок, кондиционеров, компрессоров и т.д. требует больших усилий и часто является недостаточной. Основное снижение шума чаще всего достигается звукоизоляцией источника или применением глушителей - активных и реактивных[9].

Микроклиматические условия

Одним из необходимых условий здорового и высокопроизводительного труда является обеспечение нормальных микроклиматических условий, являющихся важной характеристикой санитарно-гигиенических условий труда. К микроклиматическим условиям на рабочем месте относятся температура воздуха, относительная влажность, скорость движения воздуха.

Микроклиматические условия в лаборатории очень часто изменчивы и зависят от метеорологических условий наружной атмосферы, мощности источников тепловыделений в лаборатории, расположения рабочего места, воздухообмена и т.д. Вызываемое метеорологическими условиями тепловое воздействие или воздействие холода может привести к значительным изменениям жизнедеятельности организма человека и вследствие этого к снижению производительности труда, повышению общей заболеваемости работающих. Для исключения вредного влияния микроклиматических факторов на организм человека и создания нормальных условий труда в рабочей зоне параметры воздушной среды должны соответствовать СанПин 2.2.4.548-96. [6]

Для измерения температуры воздуха в помещении чаще всего применяют ртутные термометры. Поскольку температура воздуха в лаборатории не является постоянной величиной, ее измеряют в нескольких точках в разное

время на высоте 1,3... 1,5 м от уровня пола и на расстоянии не менее 1... 1,5 м от приборов и аппаратов, излучающих тепло, а также от наружных стен.

Параметры микроклиматических условий соответствуют СанПиН 2.2.4.548-96 [3].

Температура, влажность и скорость движения воздуха нормированы с учетом сезона года, категории выполняемых физических работ. В процессе производства персонал работает стоя, большинство операций связано с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождается умеренным физическим напряжением, поэтому работа относится как средней тяжести, категории 26. Данные сведены в таблицу 1 .

Таблица 3 – допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений

Сезон года	Категория Тяжести выполняемых работ	Температура воздуха, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/сек	
		Фактич. значение	Допустим. значение	Фактич. значение	Допустим. значение	Фактич. значение	Допустим. значение
Холодный	26	20	19,1-22,0	53	12-75	0,1	0,2-0,4
Теплый		22	21,1-27	55	15-75	0,2	0,2-0,5

Для обеспечения нормальных метеорологических условий и поддержания теплового равновесия между телом человека и окружающей средой в лаборатории проводится ряд мероприятий, основными из которых являются: обеспечение приточно-вытяжной вентиляции, системой водяного отопления, которые всегда должны находиться в рабочем состоянии. [8]

В нашем помещении существуют действующие вентиляция и водяное отопление, которые позволяют поддерживать необходимую температуру, соответствующую СанПин 2.2.4.548-96 [6].

Вентиляция

Вентиляция представляет собой организованный воздухообмен, обеспечивающий удаление из помещения воздуха, загрязненного вредными газами, парами, пылью, а также улучшающий метеорологические условия в помещениях. По способу подачи в помещение свежего воздуха и удаления загрязненного системы вентиляции делят на естественную, искусственную (механическую) и смешанную. По назначению вентиляция может быть общеобменной и местной.

На исследуемом участке используется естественная вентиляция помещения (аэрация).

Аэрация представляет собой естественную организованную управляемую вентиляцию. Физической основой такой вентиляции является тепловое (теплый воздух, более легкий, чем холодный поднимается вверх, вытекает наружу, в результате чего внизу создается пониженное давление и наружный воздух устремляется внутрь), а также ветровое давление. При аэрации воздухообмен контролируют с помощью фрамуг, расположенных в нижней части здания.

5.2. Выявление опасных факторов при разработке и эксплуатации научного исследования

Электробезопасность

Электрический ток представляет собой опасность, которая не предупреждает о своем присутствии (нет видимых движущихся частей, свечения, запаха, шума), а в случае повреждения электроустановок, в данном случае инерционного грохота, (нарушения прочности изоляции, отсутствия заземления, неправильного его выполнения, обрыва и т.д.) вокруг места повреждения возникает опасное электрическое поле.

Особенно опасно прикосновение человека к токоведущим частям находящимся под напряжением.

Вследствие теплового воздействия электрического тока при непосредственном прикосновении человека к токоведущим частям и при воздействии электрической дуги возникают внешние местные поражения (ожоги).

Ожоги могут быть поверхностные или глубокие, сопровождающиеся поражением не только кожных покровов, но и подкожной ткани, жира, глуболежащих мышц и кости.

Различают три степени электрических ожогов :

- 1 Покраснение кожи.

Опасные факторы действия электрического тока

- 2 Образование пузырей.

3. Обугливание и омертвление кожи.

Раны от ожогов заживают очень долго, а поражение 2/3 поверхности тела может привести к смертельному исходу. Возникают также механические повреждения — разрыв тканей и некоторых внутренних органов, это может быть следствием динамических перенапряжений при прохождении через тело человека электрического тока (практически — тока короткого замыкания) при случайном прикосновении одновременно к двум токоведущим шинам, напряжением выше 1000 В.

Механическое повреждение может быть вызвано падением человека с высоты вследствие испуга при незначительном воздействии силы тока, практически безопасного, если не были выполнены меры безопасности при работе на высоте.

Наибольшую, опасность при всех видах поражения представляет электроудар, когда при прохождении тока через тело человека поражается весь организм в целом, возникают судороги, расстройство дыхания, аритмия работы сердца. Степень опасности силы тока зависит от силы тока, проходящего через организм. Если сила тока, проходящего через организм 1,5 мА (при постоянном напряжении), то в месте контакта с токоведущими частями ощущается зуд и нагрев. Такую силу тока называют порогом ощущения.[7]

Увеличение силы тока до 10 мА при переменном и до 50 мА при постоянном напряжении вызывает у человека сильные боли в пальцах и кистях рук. При такой силе тока человек еще может самостоятельно оторваться от токоведущих частей. Такую силу тока называют условно безопасной.

Дальнейшее увеличение от 10 мА до 100 мА при переменном и от 50 мА до 100 мА при постоянном напряжении вызывает очень сильные боли, руки парализуются, наступает паралич дыхания, самостоятельно оторваться от токоведущих частей невозможно. Сила тока при снижении сопротивления человеческого тела постоянно возрастает и при достижении 100 мА, как при переменном, так и при постоянном напряжении наступает клиническая смерть (отсутствие внешних признаков жизни).[10]

Опасное и вредное воздействие на людей электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей проявляются в виде электротравм и профессиональных заболеваний. Для предотвращения этих и других несчастных случаев необходимо разработать электробезопасность конструкций. [10]

Согласно ПЭУ данная лаборатория относится к помещению без повышенной электроопасности, которое характеризуется отсутствием условий, создающих повышенную и или особую опасность.

Основные способы и средства электрозащиты:

- изоляция токопроводящих частей и ее непрерывный контроль;
- установка оградительных устройств;
- предупредительная сигнализация и блокировки;
- использование знаков безопасности и предупреждающих плакатов;
- использование малых напряжений;
- электрическое разделение сетей;
- защитное заземление;
- выравнивание потенциалов;
- зануление;
- защитное отключение;
- средства индивидуальной электрозащиты.[11]

Молниезащита зданий и сооружений

В соответствии с инструкцией РД 34.21.122-87 здания и сооружения подразделяются на три категории по устройству молниезащиты. Категории устанавливаются с учетом классификации зданий и сооружений по классу взрыво- и пожароопасных зон, предусмотренной правилами (ПУЭ); интенсивности грозовой деятельности в районе, сложности молниезащитных устройств, в зависимости от типа зоны молниезащиты и ожидаемого количества молний. Данные по молниезащите приведены в таблице.

Таблица 4 – Молниезащита зданий и сооружений.

Район расположения предприятия	Среднегодовая продолжительность гроз, ч/год	Вид объекта и класс взрывоопас- ных зон	Тип зоны защиты	Категория молниезащиты	Тип молниевывода
Г.Москва	40-60	Учебное заведение	Б	III	Молниеприемная сетка, стержневой молниевывод

2. Экологическая безопасность

Работа с данным грохотом не оказывает негативного влияния на качество окружающей среды. В процессе грохочения не добавляются никакие химические соединения, также процесс производится в лаборатории, что по объему не относится к производственным масштабам. Поэтому грохочение в лаборатории является экологически безопасным. При работе с инерционным грохотом отвод сточных вод отсутствует за ненадобностью, в результате чего можно сделать вывод о том, что негативного воздействия на качество окружающей среды не оказывается.

5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Пожарная и взрывная опасность

Лаборатория относится к взрывоопасному помещению категории Д. К категории Д относятся помещения, связанные с обработкой негорючих веществ и материалов в холодном состоянии.

Пожарная безопасность в лаборатории обеспечивается системой предотвращения пожара путем организационных мероприятий и технических средств, обеспечивающих невозможность возникновения пожара, а также системой пожарной защиты, направленной на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара и ограничения ущерба от него.

Опасными факторами пожара является открытый огонь и искры, повышенная температура воздуха и предметов, пониженная концентрация кислорода в воздухе, обрушение и повреждение зданий, установок, а также взрывы.

Система пожарной защиты предусматривает следующие меры:

- предотвращение распространения пожара за пределы очага;
- применение конструкций производственных объектов с регламентированным пределом их огнестойкости и горючести;
- эвакуацию людей в случае пожара;
- применение средств индивидуальных и коллективных средств защиты от огня;
- применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре;
- организацию пожарной охраны объекта.

На блочном щите управления из средств пожаротушения находятся пенные, порошковые и водные огнетушители.

При работе на участке водоочистки необходимо следить за тем, чтобы вода не попадала на электропроводку и распределительные коробки, так как это может привести к короткому замыканию и пожару.

Все переходы должны быть свободными и иметь, по крайней мере, хотя бы два выхода, не должно быть длинных тупиковых проходов.

Все двери и все ворота для машин должны открываться наружу. Здание иметь оконные перелеты, которые располагаются, как правило, в одной плоскости с внутренней поверхностью стен. В зданиях должны быть предусмотрены вытяжные шахты для дымоудаления.

Для оказания первой помощи в лаборатории всегда должны быть:

1. бинты;
2. гигроскопическая вата;
3. 3%-ый раствор йода;
4. 2%-ый раствор борной кислоты;
5. 2%-ый раствор уксусной кислоты;

5.4 Безопасность при чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации (ЧС) - совокупность таких обстоятельств, которые сопровождаются разрушениями, поражениями людей, изменением экологической обстановки.

К чрезвычайным ситуациям относятся: производственные аварии, стихийные бедствия, военные конфликты.

В условиях ЧС необходимо знать правила поведения во избежание паники и несчастных случаев.

При возникновении аварии необходимо, в первую очередь, отключить все электроприборы и рубильники, в данном случае отключить грохот от сети и рубильник.

При возникновении пожара необходимо отключить грохот от сети, вентиляцию, убрать огнеопасные предметы в безопасное место, одновременно, по возможности, ликвидировать очаг.

Средства тушения применять с учетом того, что является источником пожара.

Для тушения горящей одежды использовать воду, для горящих электроустановок - углекислые огнетушители, для тушения воспламененных установок, закрепленных штативом - асбестовое одеяло.

Стихийные бедствия - ураганы, наводнения, землетрясения предотвратить нельзя, поэтому, отключив электричество в здании, его необходимо покинуть или спуститься в подвальное помещение (бомбоубежище).

При возникновении военного конфликта нужно эвакуировать из здания людей или спуститься в подвал (бомбоубежища).

Эвакуационные пути - это пути, ведущие к эвакуационным выходам. Наиболее распространенными путями эвакуации являются проходы, коридоры, фойе и лестницы.

Самое главное - при любой чрезвычайной ситуации сохранять спокойствие и не забывать отключить электроэнергию и электроприборы. Иначе, это приведет к ещё большим разрушениям.

При поступлении сигнала об угрозе нападения противника все работники лаборатории должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты, после чего должны удалиться в убежище согласно плану эвакуации из помещения [7].

5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Законодательство РФ об охране труда основывается на Конституции РФ и состоит из федерального закона, других федеральных законов и иных нормативных правовых актов субъектов РФ. Среди них можно выделить **федеральный закон “Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний”**. Для реализации этих законов приняты Постановления Правительства РФ “О государственном надзоре и контроле за соблюдением законодательства РФ о труде и охране труда”, “О службе охраны труда”, “О Федеральной инспекции труда” и др. [13]

Управление охраной труда осуществляет блок федеральных органов исполнительной власти, руководимый Министерством здравоохранения и социального развития Российской Федерации (Минздравсоцразвития). Оно осуществляет функции государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере здравоохранения и социального развития, социального страхования, условий и охраны труда и т. д.

Функции по контролю и надзору, которые ранее осуществлялись Санэпиднадзором Минздрава России, **переданы Федеральной службе по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор)**.

Федеральная служба по труду и занятости (Роструд) осуществляет функции по надзору и контролю в сфере труда, а также государственный надзор и контроль за соблюдением, в частности, трудового законодательства и нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права; установленного порядка расследования и учета несчастных случаев на производстве.

Федеральное агентство по здравоохранению и социальному развитию (Росздрав) организует деятельность по установлению связи заболевания с профессией, государственной службы медико-социальной экспертизы и др.

Федеральная служба по надзору в сфере здравоохранения и социального развития (Росздравнадзор) осуществляет контроль за порядком организации осуществления медико-социальной экспертизы; порядком установления степени утраты профессиональной трудоспособности в результате несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний и др.

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор) — государственный санитарно-эпидемиологический надзор за соблюдением санитарного законодательства; организует деятельность системы санитарно-эпидемиологической службы РФ.

В федеральном законе “О пожарной безопасности” (1994) определяются общие правовые, экономические и социальные основы обеспечения пожарной безопасности в России, дается регулирование отношений между органами государственной власти, органами местного самоуправления, предприятиями, организациями, крестьянскими хозяйствами и иными юридическими лицами независимо от форм собственности.[14ц]

Федеральный закон “О промышленной безопасности опасных производственных объектов” (1997) определяет правовые, экономические и социальные основы обеспечения безопасной эксплуатации опасных производственных объектов и направлен на предупреждение аварий на опасных производственных объектах и обеспечение готовности организаций к локализации последствий аварий.

Федеральный закон “О радиационной безопасности населения” (1995) характеризует правовые основы обеспечения радиационной безопасности населения в целях охраны его здоровья.

Заключение

В процессе выполнения дипломной работы по расчету грохота инерционного получены следующие результаты:

- мощность электродвигателя $N_{дв}=30$ Квт;
- частота вращения вала электродвигателя $n=1824$ об/мин;
- производительность грохота $Q=100$ т/час;
- передаточное отношение клиноременной передачи $i=1,6$;
- рассчитаны и подобраны подшипники ;
- рассчитаны и подобраны шпонки которые обеспечивают запас

прочности на срез и смятие.

Основные требования, предъявляемых к рассчитываемой машине; высокая производительность, надежность, технологичность, минимальные габариты и масса выполнены.

Список используемой литературы

1. Машины для дробления, сортировки и обогащения горных пород: учеб. пособие/ О.Н. Алешин. – Брянск: БГТУ, 2006. – 112 с.
2. Детали машин. Проектирование: справочное учебно-методическое пособие/Л.В.Курмаз, А.Т.Скойбеда.-Москва, Высшая школа, 2005, 300с.
3. Методические указания по дисциплине «Механическое оборудование предприятий строительной индустрии»/Дамдинова Д.Р. Улан-Удэ, ВСГТУ, 2001, 26с.
4. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т./ Под ред. И.Н. Жестковой – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001.-912с.
5. "Свод правил. естественное и искусственное освещение. СП 52.13330.2011" (утв. приказом минрегиона РФ от 27.12.2010 n 783)
- 6.Бобков А.С., Блинов А.А., Роздин И.А., Хабарова Е.И. Охрана труда и экологическая безопасность в химической промышленности- М.:Химия,1998-400с.
- 7.СанПин 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».
- 8.СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение».
- 9.ГОСТ 12.1.003-88 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.
- 10.Макаров Г.В. Охрана труда в химической промышленности.-М.:Химия,1989-496с.
11. http://ohranatruda.ru/ot_biblio/instructions/166/149233/
Инструкция по охране труда по электробезопасности.
12. ПРИКАЗ от 18.06.2003/г. Москва/ №314/ Об утверждении норм пожарной безопасности "Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности" (НПБ 105-03)
13. Федеральный закон от 21.12.1994 N 68-ФЗ (ред. от 15.02.2016) "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера"
14. Федеральный закон от 21.12.1994 N 69-ФЗ (ред. от 23.05.2016) "О пожарной безопасности"
15. Экология и безопасность жизнедеятельности» Под редакцией доктора физ.-мат. наук, чл.-корр. РЭА, профессора Л.А. Муравья.

